

mit
VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT
AM DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts Az. 2233	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP 99/08534	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/11/1999	(Frühester) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 12/11/1998
Anmelder STEAG HAMATECH AG et al.		

Dieser Internationale Recherchenbericht wurde von der internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem internationalen Büro übermittelt.

Dieser Internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 2 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der Sprache ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☐ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☒ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

VERFAHREN ZUM BESTIMMEN DER DICKE EINER VIELFACH-DÜNNSCHICHTSTRUKTUR

5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☐ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ keine der Abb.

☒ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 99/08534

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 G01B11/06 G01B11/22 G11B7/26 H01L21/66 B29D17/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 G01B G11B H01L B29D

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 42 28 870 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH FRA) 3. März 1994 (1994-03-03) das ganze Dokument	1-3
A	US 5 835 226 A (KALPATHY-CRAMER JAYASHREE ET AL) 10. November 1998 (1998-11-10)	
A	US 5 587 792 A (NISHIZAWA SEIJI ET AL) 24. Dezember 1996 (1996-12-24)	
P,X	US 5 900 633 A (ROSENTHAL PETER A ET AL) 4. Mai 1999 (1999-05-04) Anspruch 1	1-3

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"Z" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

29. Februar 2000

Absenddatum des Internationalen Recherchenberichts

08/03/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Arca, G

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

EP 99/08534

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4228870	A	03-03-1994	NONE		
US 5835226	A	10-11-1998	NONE		
US 5587792	A	24-12-1996	JP 7004922 A		10-01-1995
			EP 0631106 A		28-12-1994
			US 5523840 A		04-06-1996
US 5900633	A	04-05-1999	W0 9931483 A		24-06-1999

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

6

Applicant's or agent's file reference Az. 2233	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/EP99/08534	International filing date (day/month/year) 06 November 1999 (06.11.99)	Priority date (day/month/year) 12 November 1998 (12.11.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01B 11/06		
Applicant STEAG HAMATECH AG		

<p>1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.</p> <p>2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).</p> <p>These annexes consist of a total of <u>16</u> sheets.</p>	
<p>3. This report contains indications relating to the following items:</p> <p>I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report</p> <p>II <input type="checkbox"/> Priority</p> <p>III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability</p> <p>IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention</p> <p>V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement</p> <p>VI <input checked="" type="checkbox"/> Certain documents cited</p> <p>VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application</p> <p>VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application</p>	

Date of submission of the demand 09 June 2000 (09.06.00)	Date of completion of this report 12 February 2001 (12.02.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/08534

I. Basis of the report

1. With regard to the elements of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages 1-11, filed with the letter of 27 November 2000 (27.11.2000)
- ☒ the claims:
pages _____, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages 1-9, filed with the letter of 27 November 2000 (27.11.2000)
- ☒ the drawings:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages 1/3-3/3, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the language, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any nucleotide and/or amino acid sequence disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☒ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

See annex

THIS PAGE BLANK (USPTO)

I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of *(Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.)*:

The amendments submitted with the letter of 27.11.2000 introduce substantive matter which, contrary to PCT Article 34(2)(b), goes beyond the disclosure in the international application as filed. The applicant has deleted the following feature in Claim 1:

- "change in the layer parameter".

However, this feature did not appear to be essential in the original disclosure (see Claim 1, lines 10-12 and description page 9, lines 11-29) and is indispensable for the function of the invention taking into consideration the technical problem which it aims to solve.

Deleting this feature in new Claim 1 (see lines 14 to 15) means that the layer parameters and the geometric dimensions of the geometric structures of the substrate are changed, but this is not disclosed in the original disclosure, see also original Claim 1 (lines 10-12) in which only the layer parameters are changed.

Consequently, PCT Article 34(2)(b) is contravened.

This examination report is therefore drawn up on the basis of newly filed claims (27.11.2000) without taking into consideration the aforementioned amendment.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 99/08534

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-9	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations

This report makes reference to the following documents:

D1 DE-A-4 228 870
D2 US-A-5 835 226
D3 US-A-5 587 792.

D4 was not an international search report citation. A copy of the document is enclosed.

D4 WO-A-99/31483.

1. Technical field of the invention

Determination of the thickness of a layer on a substrate.

2. Novelty (PCT Article 33(2))

D1 discloses determining layer thicknesses from reflection spectrometric data as compared with parameter-related model calculations without taking into consideration geometric structures on the substrate surface below the layer.

D2 discloses a method for determining the thickness of a layer in a layer system on a substrate surface not having geometric structures. Geometric structures not on the layer surface or on the substrate surface are taken into consideration in

THIS PAGE BLANK (USPTO)

this known method.

D3 discloses a device and a method for thickness measurement in which an interference waveform dispersion spectrum of light, which is reflected on a multi-layered system, is compared with a waveform, which is produced by digital calculation using an optical characteristic matrix. In this method structures are not taken into consideration on the layer or on the substrate surface.

D5 discloses a spectrometric method for thickness measurement determination and assembling of layers applied during a manufacturing method to integrated semiconductor circuit. This method does not take into consideration structures on the layers or the semiconductor component to be other parameters when calculating reflection and/or transmission light intensity values using an iteration model.

The subject matter of Claim 1 is therefore novel (PCT Article 33(2)).

3. Inventive step (PCT Article 33(3))

In the method as described in D1, a non-optical structure width measurement is provided, which is essential to function in the known method, since the width measurement is carried out in addition to the thickness measurement (see page 2, lines 2 to 4 and 48 to 51). Consequently, it is not obvious for a person skilled in the art either to transfer the method known from D1 to structures in sight by omitting the light-optical structure width measurement.

Consequently, the inventive step of Claim 1 is also considered to be established.

4. Industrial applicability (PCT Article 33(4))

THIS PAGE BLANK (USPTO)

The present invention is clearly industrially applicable.

5. Dependent claims

Dependent Claims 2 to 9 refer to advantageous developments of the method according to Claim 1 and are therefore also considered novel and inventive.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/EP99/08534

VI. Certain documents cited

1. Certain published documents (Rule 70.10)

Application No.
Patent No.

Publication date
(day/month/year)

Filing date
(day/month/year)

Priority date (valid claim)
(day/month/year)

2. Non-written disclosures (Rule 70.9)

Kind of non-written disclosure

Date of non-written disclosure
(day/month/year)

Date of written disclosure
referring to non-written disclosure
(day/month/year)

See annex

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.
PCT/EP 99/08534

Supplemental Box

(To be used when the space in any of the preceding boxes is not sufficient)

Continuation of: VI

The priority of the application is assumed to be valid.
WO-A-99 31483 (a family member of US-A-5 900 633
designated in the search report as a "P" document) might
be essential in the regional phase when examining
novelty.

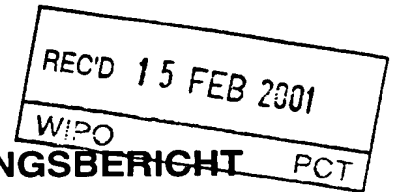
THIS PAGE BLANK (USPTO)

VERTRAG ÜBER INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

PCT

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

(Artikel 36 und Regel 70 PCT)



Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts Az. 2233	WEITERES VORGEHEN siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsberichts (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/08534	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 06/11/1999	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 12/11/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK G01B11/06		
Anmelder STEAG HAMATECH AG		


- Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
- Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 6 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.

☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).

 Diese Anlagen umfassen insgesamt 16 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☒ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 09/06/2000	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 12.02.2001
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Grand, J-Y Tel. Nr. +49 89 2399 2472 

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/08534

I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

Beschreibung, Seiten:

1-11 eingegangen am 27/11/2000 mit Schreiben vom 27/11/2000

Patentansprüche, Nr.:

1-9 eingegangen am 27/11/2000 mit Schreiben vom 27/11/2000

Zeichnungen, Blätter:

1/3-3/3 eingegangen am 27/11/2000 mit Schreiben vom 27/11/2000

2. Hinsichtlich der **Sprache**: Alle vorstehend genannten Bestandteile standen der Behörde in der Sprache, in der die internationale Anmeldung eingereicht worden ist, zur Verfügung oder wurden in dieser eingereicht, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

Die Bestandteile standen der Behörde in der Sprache: zur Verfügung bzw. wurden in dieser Sprache eingereicht; dabei handelt es sich um

- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen Recherche eingereicht worden ist (nach Regel 23.1(b)).
- ☐ die Veröffentlichungssprache der internationalen Anmeldung (nach Regel 48.3(b)).
- ☐ die Sprache der Übersetzung, die für die Zwecke der internationalen vorläufigen Prüfung eingereicht worden ist (nach Regel 55.2 und/oder 55.3).

3. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale vorläufige Prüfung auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das:

- ☐ in der internationalen Anmeldung in schriftlicher Form enthalten ist.
- ☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.
- ☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.
- ☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.
- ☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfassten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

4. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/EP99/08534

- ☐ Beschreibung, Seiten:
☐ Ansprüche, Nr.:
☐ Zeichnungen, Blatt:

5. ☒ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)).

(Auf Ersatzblätter, die solche Änderungen enthalten, ist unter Punkt 1 hinzuweisen; sie sind diesem Bericht beizufügen).
siehe Beiblatt

6. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-9
	Nein: Ansprüche	

2. Unterlagen und Erklärungen
siehe Beiblatt

VI. Bestimmte angeführte Unterlagen

1. Bestimmte veröffentlichte Unterlagen (Regel 70.10)

und / oder

2. Nicht-schriftliche Offenbarungen (Regel 70.9)

siehe Beiblatt

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Zu Punkt I

Grundlage des Berichts.

i) Artikel 34(2)(b) PCT

Die mit Schreiben vom 27.11.2000 eingereichten Änderungen bringen Sachverhalte ein, die im Widerspruch zu Artikel 34(2)(b) PCT über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgehen.

Der Anmelder hat im Anspruch 1 folgendes Merkmal gestrichen:

- "Ändern der Schichtparameter"

Dieses Merkmal ist jedoch in der ursprünglichen Offenbarung (siehe Anspruch 1, Zeilen 10-12 und Beschreibungsseite 9, Zeilen 11-29) als wesentlich hingestellt worden und ist für die Funktion der Erfindung unter Berücksichtigung der technischen Aufgabe, die sie lösen soll, unerlässlich.

Das Streichen dieses Merkmals in dem neuen Anspruch 1 (siehe Zeilen 14-15) bedeutet, daß sowohl die Schichtparameter als auch die geometrischen Abmessungen der geometrischen Strukturen des Substrats geändert werden, dies ist in der ursprünglichen Offenbarung jedoch nicht offenbart worden, siehe auch ursprünglicher Anspruch 1 (Zeilen 10-12) in dem nur die Schichtparameter geändert werden.

Es liegt somit ein Verstoß gegen Artikel 34(2)(b) PCT vor.

Dieser Prüfungsbericht wird deshalb auf der Basis der neu eingereichten Ansprüche (27.11.2000) erstellt ohne jedoch die oben genannte Änderung zu Berücksichtigen.

Zu Punkt V

Begründete Feststellung hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung.

Es wird auf die folgenden Dokumente verwiesen:

D1 = DE-A-4 228 870

D2 = US-A-5 835 226

D3 = US-A-5 587 792

Das Dokument D4 wurde im internationalen Recherchenbericht nicht angegeben. Eine Kopie des Dokuments liegt bei.

D4 = WO-A-99/31483

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1. Technisches Gebiet der Erfindung

Bestimmung der Dicke einer Schicht auf einem Substrat.

2. Neuheit (Artikel 33(2) PCT)

Aus der D1 ist es bekannt, Schichtdicken aus reflexionsspektrometrischen Daten im Vergleich mit parameterabhängigen Modellrechnungen zu ermitteln, ohne dabei jedoch geometrische Strukturen auf der Substratoberfläche unterhalb der Schicht zu berücksichtigen.

Aus der D2 ist ein Verfahren zum Bestimmen der Dicke einer Schicht in einem Schichtensystem bekannt, das sich auf einer geometrische Strukturen nicht aufweisenden Substratoberfläche befindet. Geometrische Strukturen weder auf der Schichtoberfläche noch auf der Substratoberfläche werden bei diesem bekannten Verfahren berücksichtigt.

Aus der D3 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Dickenmessung bekannt, bei der bzw. bei dem ein Interferenz-Wellenform-Dispersionsspektrum von Licht, welches an einem mehrschichtigen System reflektiert wird, mit einer Wellenform verglichen wird, die sich durch numerische Berechnung unter Verwendung einer optischen charakteristischen Matrix ergibt. In diesem Verfahren werden Strukturen weder auf der Schicht- noch auf der Substratoberfläche berücksichtigt.

Aus der D5 ist ein spektrometrisches Verfahren zur Dickenmeßbestimmung und Zusammensetzung von Schichten, die während eines Herstellungsverfahrens auf integrierte Halbleiterschaltung aufgebracht werden. Dieses Verfahren berücksichtigt nicht Strukturen auf den Schichten oder dem Halbleiter-Bauelement als weitere Parameter bei der Berechnung von Reflektions- und/oder transmissions-Lichtintensitätswerte unter Verwendung eines Iterationsmodells.

Der Gegenstand des Anspruchs 1 ist somit neu (Artikel 33 (2) PCT).

3. Erfinderische Tätigkeit (Artikel 33(3) PCT)

Bei dem Verfahren gemäß der D1 ist auch eine nicht optische Strukturbreitenmessung vorgesehen, die bei dem bekannten Verfahren funktionswesentlich ist, da die Breitenmessung zusätzlich zur Dickenmessung vorgenommen wird (siehe Seite 2, Zeilen 2-4 und 48-51). Daher liegt es für den Fachmann auch nicht nahe, das aus der D1 bekannte Verfahren auf Strukturen unter der Sicht unter Wegfall der lichtoptischen Strukturbreitenmessung zu übertragen.

Daher wird auch die erfinderische Tätigkeit des Anspruchs 1 als gegeben angesehen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

4. Gewerbliche Anwendbarkeit (Artikel 33(4) PCT)

Ohne Zweifel ist die vorliegende Erfindung gewerblich anwendbar.

5. Abhängige Ansprüche

Die abhängigen Ansprüche 2-9 beziehen sich auf vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens gemäß Anspruch 1 und sie werden daher ebenfalls als neu und erfinderisch angesehen.

Zu Punkt VI

Bestimmte angeführte Unterlagen.

Die Priorität der Anmeldung wird als gültig angenommen. Das Dokument WO-A-99/31483 (ein Familienmitglied des im Recherchenbericht als "P-Dokument" bezeichneten Dokuments US-A-5 900 633) könnte in der Regionalen Phase wesentlich bei der Prüfung der Neuheit sein.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Verfahren zum Bestimmen der Dicke von auf einem Substrat
vorgesehenen Schichten

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der Dicke wenigstens einer Schicht auf einem Substrat.

Beim Aufbringen von Schichten auf ein Substrat ist es erforderlich, daß eine bestimmte Schichtdicke geschaffen bzw. eingehalten werden muß.
10 Dies gilt insbesondere bei der Herstellung von Speichermedien, insbesondere optischen Datenspeichern wie CD's, CD-R's, DVD's, CD-RW's, DVD-RW's, MO's und weiteren Datenspeichern, bei denen verschiedene Schichten, wie Informationsträger-, Schutz-/oder Reflexions-Schichten aufgebracht sind. Zur Messung der Schichtdicken für die Qualitätskontrolle und während des Fertigungsverfahrens sind verschiedene Schichtdicken-Meßverfahren bekannt, die jedoch nur auf nichtgegroovten Substraten eingesetzt werden können. Zur Bestimmung der Groovegeometrie werden Reflexion und/oder Transmission für verschiedene Beugungsordnungen gemessen. Derartige Meßverfahren mit höheren Beugungsordnungen des Lichts bedürfen jedoch aufwendiger Meßeinrichtungen und Justierungsmaßnahmen. Es ist nicht oder nur mit geringer Genauigkeit möglich, die Schichtdicken zu messen, wenn das Substrat selbst Strukturen, beispielsweise Gräben, aufweist, die beispielsweise bei optischen Speichermedien als Grooves bezeichnet werden und für
20 das Schreiben, Lesen und/oder Löschen von Daten erforderlich sind.
25

Aus der DE-A-42 28 870 ist es bekannt, Schichtdicken aus reflexionspektrometrischen Daten im Vergleich mit parameterabhängigen Modellrechnungen zu ermitteln, ohne dabei jedoch geometrische Strukturen auf
30 der Substratoberfläche unterhalb der Schicht zu berücksichtigen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Aus der US-A-5 835 226 ist ein Verfahren zum Bestimmen der Dicke einer Schicht in einem Schichtensystem bekannt, das sich auf einer geometrische Strukturen nicht aufweisenden Substratoberfläche befindet. Geometrische Strukturen weder auf der Schichtoberfläche noch auf der Substratoberfläche werden bei diesem bekannten Verfahren berücksichtigt.

Aus der US-A-5 587 792 ist eine Vorrichtung und ein Verfahren zur Dickenmessung bekannt, bei der bzw. bei dem ein Interferenz-Wellenform-Dispersionsspektrum von Licht, welches an einem mehrschichtigen System reflektiert wird, mit einer Wellenform verglichen wird, die sich durch numerische Berechnung unter Verwendung einer optischen charakteristischen Matrix ergibt. In diesem Verfahren werden Strukturen weder auf der Schicht- noch auf der Substratoberfläche berücksichtigt.

Die nicht vorveröffentlichte Druckschrift WO 99/31483 beschreibt ein spektrometrisches Verfahren zur Dickenbestimmung und Zusammensetzung von Schichten, die während eines Herstellungsverfahrens auf integrierte Halbleiterschaltungen aufgebracht werden. Dieses Verfahren berücksichtigt nicht Strukturen auf den Schichten oder dem Halbleiter-Bauelement als weitere Parameter bei der Berechnung von Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte unter Verwendung eines Internationsmodells.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zu schaffen, das einen einfachen und zuverlässigen Meßaufbau gestattet, sichere Meßwerte insbesondere auch während des Schichtaufbringverfahrens zu dessen Steuerung und Regelung liefert und auch bei Substraten mit darin enthaltenen oder auf deren Oberfläche ausgebildeten Strukturen zuverlässige Meßwerte liefert, sowie die Bestimmung der Struktur-Geometri ermöglicht.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Die gestellte Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Bestimmen der Dike wenigstens in r Schicht auf einem Substrat gelöst durch

- Messen von Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werten nullter Beugungsordnung in Abhängigkeit von der Wellenlänge,
- 5 - Berechnen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte unter Verwendung eines Iterationsmodells, in das die einzelnen Schichtparameter und die geometrischen Abmessungen der geometrischen Strukturen des Substrats als weitere Parameter eingehen, und
- Ändern der Parameter bis zur Herbeiführung einer Übereinstimmung
- 10 zwischen den gemessenen und berechneten Werten.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ist im Gegensatz zu den herkömmlichen Meßverfahren eine korrekte Bestimmung der Schichtdicken auch von Substraten mit Strukturen möglich, wie dies beispielsweise bei

15 CD-Rohlingen mit Grooves der Fall ist, auf denen unterschiedliche Schichten mit jeweils vorgegebenen Schichtdicken aufgebracht werden müssen, um optische Datenspeicher herzustellen. Darüber hinaus ist das Verfahren und insbesondere die dafür vorgesehene Meßeinrichtung sehr einfach, weil bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Reflexions-

20 /Transmissions-Lichtintensitätswerte lediglich der nullten Beugungsordnung gemessen werden müssen. Dies ermöglicht eine sehr einfache Meßanordnung, die insbesondere auch im Herstellungsprozess beispielsweise von optischen Datenträgern einsetzbar ist. Darüber hinaus ist der Justieraufwand bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem

25 nur Lichtwerte nullter Beugungsordnung gemessen werden, wesentlich geringer als bei herkömmlichen Verfahren. Mit einem einzigen Meßgerät können daher die verschiedensten Meßvorgänge durchgeführt werden, wie dies nachfolgend noch im einzelnen erläutert werden wird.

30 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind insbesondere auch Probenpräparationen nicht mehr erforderlich, da die Dickenbestimmung von Schichten sicher und zuverlässig durchgeführt werden kann, die auf

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Substraten mit Strukturen aufgebracht sind oder werden. Das Verfahren ist daher insbesondere auch während des Herstellungsverfahrens einsetzbar, also inline-tauglich, da Dickenmessungen und Kontrollen direkt an den produzierten Produkten, wie optischen Datenspeichern, möglich ist.

Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden also die Transmissions-Lichtintensitätswerte in Reflexion und/oder Transmission spektral, also in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemessen. Diese Meßwerte werden dann durch optische Berechnungen ausgewertet. Die Vorgehensweise ist dabei, die Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte aus optischen Modellen für ein Schichtsystem zu berechnen und in jedem Rechenschritt die Schichtdicken und/oder die spektralen Materialparameter, beispielsweise die Brechungsindizes (n) und/oder die Absorptionsindizes (k), solange zu variieren, bis die minimale Abweichung zwischen Messung und Rechnung erreicht ist. Dadurch ist also eine Schichtdickenkontrolle, und damit eine Überwachung der optischen Eigenschaften eines Schichtsystems auf einem Substrat mit Strukturen, beispielsweise bei CD's mit Grooves, möglich.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung werden Interferenzen die durch die geometrischen Strukturen entstehen, als weitere Meßwerte verwendet. Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß dieser Ausführungsform beruht auf der Berechnung phasenrichtiger Überlagerung elektromagnetischer Teilwellen an den Strukturen, beispielsweise den Grooves des Substrats oder Rohlings, und damit auf den Interferenzen dieser Teilwellen. Durch Variation der Parameter werden dabei die Breite und Tiefe der Strukturen, beispielsweise der Rillen oder Grooves mit in das Meßverfahren einbezogen. Eine optische Übereinstimmung zwischen den Messungen und der Rechnung ergibt sich nur dann, wenn die Strukturparameter, die Breite, die Tiefe und/oder die Abstände der

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Strukturen oder Rillen voneinander mit denen der Rillen auf der gemessenen Probe übereinstimmen.

5 Durch die spektrale Abhängigkeit der Änderungen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte auf Grund der Strukturen bzw. Rillen oder Grooves im Vergleich zu den Lichtintensitätswerten ohne Strukturen ist bereits in den Lichtintensitätswerten nullter Beugungsordnung die Information über die Strukturparameter, beispielsweise über die Breite, Tiefe und den Abstand der Rillen oder Grooves enthalten.

10

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die geometrischen Abmessungen der Strukturen, also beispielsweise die Tiefen, Breiten und/oder Abstände von Rillen oder Grooves, bestimmt. Diese geometrischen Abmessungen lassen sich vorzugsweise
15 gleichzeitig mit der Bestimmung der Schichtdicken ermitteln. Auf diese Weise ist es beispielsweise bei der Fertigung von optischen Speichermedien möglich, die Qualität des Abformvorgangs zu kontrollieren und zu steuern. Für den Spezialfall, daß auf dem Substrat keine Schichten aufgebracht sind, die Schichtdicken also null sind, ergeben sich die
20 Meßwerte für die geometrischen Abmessungen der Strukturen, wobei es dabei möglich ist, über die gesamte Substratfläche hinweg orts aufgelöste Messungen dieser geometrischen Strukturen vorzunehmen, um damit Produktionsfehler beim Fertigen der Substrate, beispielsweise beim Spritzgießen von CD-Substraten, schnell zu erkennen.

25

Eine weitere sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die ermittelten Daten der Schichtdicke (n) und/oder geometrischen Strukturen zur Regelung von Fertigungsverfahren zum Aufbringen von wenigstens einer Schicht auf ein Substrat und/oder zum Ausbilden
30 von Substratstrukturen herangezogen wird. Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lediglich die Lichtintensitäten der nullten Beugungsordnung gemessen zu werden brauchen, und daher sowohl der Meßap-

THIS PAGE BLANK (USPTO)

parate- als auch der Justieraufwand gering sind, und mit einer einzigen Meßvorrichtung wahlweise die verschiedensten Messungen, beispielsweise Schichtdicken-Messungen alleine oder in Verbindung mit den geometrischen Abmessungen der Substratstrukturen, oder die geometrischen Abmessungen der Substratstrukturen allein vorgenommen werden können, ist das erfindungsgemäße Verfahren in besonderem Maße inline-tauglich. Dies bedeutet, daß während der Fertigung der optischen Datenspeicher, beispielsweise bei der Herstellung der Substrate, beim Ausbilden von Substratstrukturen oder beim Beschichten der Substrate mit vorgegebenen Schichtdicken das erfindungsgemäße Verfahren unmittelbar einsetzbar ist und zur Regelung und Steuerung des Fertigungsverfahrens herangezogen werden kann. Dabei dienen die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Daten für die Schichtdicken und/oder die Substratstruktur zur Neubestimmung der Werte für Stellgrößen der Produktionsanlage. Der Produktionsablauf kann auf diese Weise automatisch eingestellt, kontrolliert und geregelt werden.

Im Falle der Fertigung von optischen Datenspeichern wie CD's werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren direkt an den produzierten Produkten also dazu eingesetzt, die Ist-Größen zu bestimmen. Diese Ist-Größen werden dann unmittelbar dafür benutzt, neue Stellgrößen wie zum Beispiel die Sputterzeiten, die Sputterraten aber auch Drücke, Temperaturen und Gasflüsse während des Produktionsverfahrens der Produktionsanlage bereit zu stellen. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, Zielwerte in den Produktionsablauf einzugeben, die dann über die geschlossene Regelschleife erreicht werden. Da im Falle der Fertigung von optischen Datenspeichern neben den Schichtdicken auch die Groove-Geometrien mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelt werden, läßt sich auf diese Weise auch die Qualität der Substrate oder Rohlinge mit den geometrischen Strukturen, also die Qualität des Abformvorgangs, kontrollieren.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Ein Sonderfall des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, wenn die Substrate keine geometrische Struktur aufweisen also nur die Schichtdicken gemessen und/oder geregelt werden.

- 5 Vorzugsweise sind die Substrate Rohlinge für Datenspeichermedien, beispielsweise CD's, wobei die geometrischen Strukturen als Rillen oder Grooves im Rohling ausgebildet sind, und auf diesen Rohlingen wenigstens eine informationstragende Schicht aufgebracht wird. Dabei ist die informationstragende Schicht vorzugsweise eine Metallegierung, die
10 durch Energie-Einwirkung eines Lichtstrahls zwischen 2 Phasen veränderbar ist. Die informationstragende Schicht ist dabei vorzugsweise zwischen zwei Buffer-Schichten ausgebildet.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand von Ausführungsbeispielen
15 unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines optischen Datenspeichers, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren angewandt wird,
20

Fig. 2 bis 4 Diagramme bei denen über die Wellenlänge die Reflexions-Lichtintensitätswerte aufgetragen sind; und

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel zur Ermittlung der orts aufgelösten Abmessungen der Substratstrukturen.
25

Figur 1 zeigt den Aufbau einer lesbaren, löschbaren und wieder beschreibbaren CD, auch unter der Bezeichnung CD-RW bekannt. Auf einem Substrat 1 aus Polycarbonat mit der Dicke d_0 sind in dieser Reihenfolge durch Kathodenzerstäubung folgende Schichten eines Schichtsystems 2 aufgebracht:
30

THIS PAGE BLANK (USPTO)

eine erste Buffer-Schicht 3 aus dielektrischem Material und eine Schichtdicke d_1 aufweist, die vorzugsweise aus einer Metalloxid-Verbindung besteht;

eine informationstragende Schicht 4, mit der Schichtdicke d_2 , die aus einer Metallegierung besteht und durch Energieeinwirkung eines Laserstrahls zwischen zwei Phasen wechseln kann und daher auch als Fast-Change-Schicht bezeichnet wird; eine zweite Buffer-Schicht 5 mit der Schichtdicke d_3 , die ebenfalls dielektrisch ist und vorzugsweise aus einer Metalloxid-Verbindung besteht, sowie einer vierten Schicht 6 mit einer Schichtdicke d_4 , die aus einem Metall oder einer Metallegierung besteht und die zum Schreiben benötigte Energie des Laserstrahls ableitet. Die beiden Buffer-Schichten 3 und 5 schließen die informationstragende Schicht 4 zu deren Schutz ein und stellen darüber hinaus die optischen Eigenschaften der CD-RW in Bezug auf Intensitäts- und Phasendifferenz des Reflexionsvermögens zwischen dem beschriebenen und unbeschriebenen Zustand optimal ein. Die Schichtdicken der Schichten 3 bis 6 weisen bei diesem Ausführungsbeispiel die Werte $d_1 = 96,0$ nm, $d_2 = 20$ bis 25 nm, $d_3 = 24,0$ nm und $d_4 = 100$ bis 130 nm auf.

Im Substrat 1 sind sogenannte Grooves 7 ausgebildet, wobei beim dargestellten Ausführungsbeispiel beispielsweise deren Tiefe $t = 40$ nm, deren Breite $b = 570$ nm und deren periodische Abstände a zueinander $= 1600$ nm betragen.

Die Qualität derartiger Speichermedien hängt wesentlich von der Wahl und der Einhaltung der richtigen Schichtdicken im Schichtsystem 2 auf dem Substrat 1 ab. Daher ist es erforderlich, für die Qualitätskontrolle und/oder während des Beschichtungsvorgangs im Inline-Verfahren die Dicken der einzelnen Schichten 3 bis 6 jeweils möglichst genau zu bestimmen. Dies wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreicht, wobei ein Lichtstrahl 8 einer Lichtquelle 9 senkrecht von der den aufgetragenen Schichten abgewandten Seite des Substrats 1 auf das Substrat

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1 gerichtet wird. Während des Meßverfahrens wird die Wellenlänge des auf das Substrat gerichteten Lichtstrahls 8 in einen Wellenlängenbereich von etwa 400 bis 1100 nm geändert.

5 Figur 2 zeigt ein Diagramm, bei dem das Reflexionsvermögen eines Schichtaufbaus, wie es beispielsweise in Figur 1 dargestellt ist, in Abhängigkeit von der Wellenlänge des eingestrahnten Lichtes dargestellt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Substrat 1 planar, d. h. es weist keine Grooves auf, wie dies in Figur 1 dargestellt ist. Die Kurve 21 stellt
10 das berechnete Reflexionsvermögen und die Kurve 22 das gemessene Reflexionsvermögen dar. Das Reflexionsvermögen wird aus zunächst vorgegebenen optischen Modellen für ein Schichtsystem berechnet. Danach werden mit jedem Rechenschritt die Schichtdicken und/oder die spektralen Materialparameter - beispielsweise der Brechungsindex n
15 oder der Absorptionsindex k im Falle einer Transmissionsmessung - solange variiert, bis eine minimale Abweichung zwischen Messung und Rechnung erreicht ist, wie sich dies aus Figur 2 ergibt. Aus diesem Verfahren ergeben sich dabei die Dicken der Schichten 3 bis 6 mit $d_1 = 96,0$ nm, $d_2 = 20,1$ nm, $d_3 = 24,0$ nm und $d_4 = 130,0$ nm.

20 Wird dieses zuvor beschriebene Verfahren auf Schichtsysteme 3 angewandt, die sich auf Substraten 1 mit Grooves oder Rillen 7 aufgebracht sind oder werden, so führt dies zu falschen, inakzeptablen Ergebnissen, wie dies Figur 3 zeigt. Es ist nicht mehr möglich, eine ausreichende
25 Übereinstimmung zwischen berechneten Reflexionswerte und der Kurve 32 für die gemessenen Reflexionswerte der Kurve 31 zu erreichen.

Um zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen und auch bei Schichtsystemen auf Substraten mit Grooves die Schichtdicken zuverlässig messen zu können, werden erfindungsgemäß weiterhin die Lichtverluste in
30 senkrechter Inzidenz auf die Probe berücksichtigt, wobei diese Lichtverluste durch die Grooves des Substrats entstehen. Gemäß der Erfindung

THIS PAGE BLANK (USPTO)

wird dabei vorzugsweise die phasenrichtige Überlagerung elektromagnetischer Teilwellen an den Grooves und damit deren Interferenz berechnet. Dabei werden bei diesem Ausführungsbeispiel in die Variationen der Parameter auch die Breite b und die Tiefe t der Grooves 7 mit einbezogen.

Die in Figur 4 ersichtliche Übereinstimmung der berechneten Reflexionskurve 41 mit der gemessenen Reflexionskurve 42, das heißt also die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung, ergibt sich dann, wenn die Breite b und die Tiefe t der Grooves 7 mit der Breite b und der Tiefe t der Grooves auf der gemessenen Probe übereinstimmen.

Bei einem Ausführungsbeispiel werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei unbekannter Geometrie der Grooves die Parameter Groovetiefe $t = 40,5$ nm, Groovebreite $b = 501,0$ nm, sowie die Dicken $d_1 = 95,0$ nm, $d_2 = 20,6$ nm, $d_3 = 22,9$ nm und $d_4 = 130$ nm der Schichten 3 bis 6 ermittelt.

Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen eines Schichtsystems 2 für eine CD-RW bestand die Schicht 3 aus ZnSSiox, die Schicht 4 aus AgInSbTe, die Schicht 5 aus ZnSSiox und die Schicht 6 aus ALTi. Diese Schichten befanden sich auf einem aus Polycarbonat bestehenden Substrat oder Rohling 1 mit Grooves 7.

Es ist jedoch auch möglich, die Groove-Geometrie des Substrats zunächst unabhängig von den Schichtdicken zu bestimmen um Kenntnis über die Groove-Geometrie zu haben. Danach wird erst die Schichtdicken-Messung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommen. Bei dem in Zusammenhang mit dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel verwendeten Schichtsystem ergeben sich bei einer bekannten Groove-Geometrie mit $t = 41$ nm, $b = 485$ nm und $a = 1600$ nm die

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Schichtdicken $d_1 = 96,5 \text{ nm}$, $d_2 = 17,1 \text{ nm}$, $d_3 = 21,3 \text{ nm}$ und $d_4 = 100 \text{ nm}$ für die Schichten 3 bis 6 in dieser Reihenfolge.

5 Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch möglich, die Groove-Geometrie über die Fläche einer gesamten CD hinweg orts aufgelöst zu bestimmen.

10 Figur 5 zeigt ein Meßergebnis für die Bestimmung der Groovetiefe t über einen Polycarbonat-Rohling hinweg, der Grooves aufweist. Dabei sind auf dem Rohling keine Schichten aufgebracht. Auf Grund der Unterschiedlichkeit der Groovetiefen t über die Substrat-Fläche hinweg ist es schnell und einfach möglich, Produktionsfehler beim Spritzgießen der Substrate oder Rohlinge festzustellen.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren und ein auf diesem Verfahren beruhendes Meßgerät ist mit großem Vorteil in Produktionsanlagen für optische Speichermedien anwendbar. Die Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte werden spektral aufgelöst, in der nullten Beugungsordnung gemessen und daraus entweder gleichzeitig die Schichtdicken und die Groove-Geometrie ermittelt oder die Schichtdicken bei
20 bekannter Groove-Geometrie bestimmt. Bei Abweichung der auf diese Weise ermittelten Ist-Größen der Schichtdicken von den Soll-Werten werden die Werte für die Stellgrößen der Produktionsanlage, beispielsweise die Sputterrate und/oder die Sputterzeit neu bestimmt oder eingestellt und an die Produktionsanlage übermittelt.
25

Die Erfindung wurde zuvor an hand bevorzugter Ausführungsbeispiele erläutert. Dem Fachmann sind jedoch Abwandlungen und Ausgestaltungen möglich, ohne daß dadurch der Erfindungsgedanke verlassen wird.
30 Statt der in zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiele verwendeten Reflexions-Messungen ist es auch möglich, das erfindungsgemäße Verfahren im Zusammenhang mit Transmissions-Messung n einzusetzen.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Dicke wenigstens einer Schicht (3 bis 6) auf einem Substrat (1), das zu Lichtbeugung führende geometrische Strukturen (7) aufweist, durch
- Messen von Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werten nullter Beugungsordnung in Abhängigkeit von der Wellenlänge,
 - Berechnen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte unter Verwendung eines Iterationsmodells, in das die einzelnen Schichtparameter und die geometrischen Abmessungen der geometrischen Strukturen (7) des Substrats (1) als weitere Parameter eingehen, und
 - Ändern der Parameter bis zur Herbeiführung einer Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Werten.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Abmessungen der Strukturen (7) bestimmt werden.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Daten der Schichtdicken (n) und/oder der geometrischen Struktur (7) zur Regelung von Fertigungsverfahren zum Aufbringen von wenigstens einer Schicht (3 bis 6) auf ein Substrat (1) und/oder zum Ausbilden von Substratstrukturen (7) herangezogen werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate (1) Rohlinge für Datenspeichermedien sind.
5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß geometrische Strukturen (7) als Rillen im Rohling ausgebildet sind.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Schicht (3 bis 6) eine informationstragende Schicht (4) ist

5

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die informationstragende Schicht (4) eine Metall-Legierung ist, die durch Energie-Einwirkung eines Lichtstrahls zwischen zwei Phasen veränderbar ist.

10

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die informationstragende Schicht (4) zwischen zwei Buffer-Schichten (3, 5) ausgebildet ist.

15

9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung bei der Herstellung von optischen Datenspeicher-Medien.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

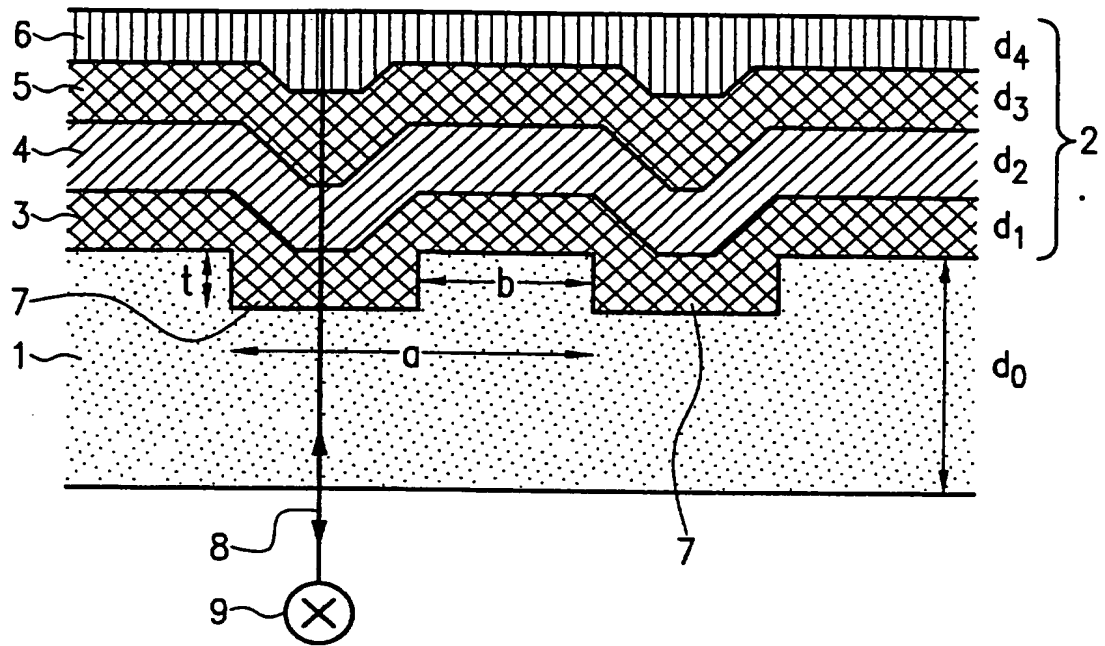


FIG.1

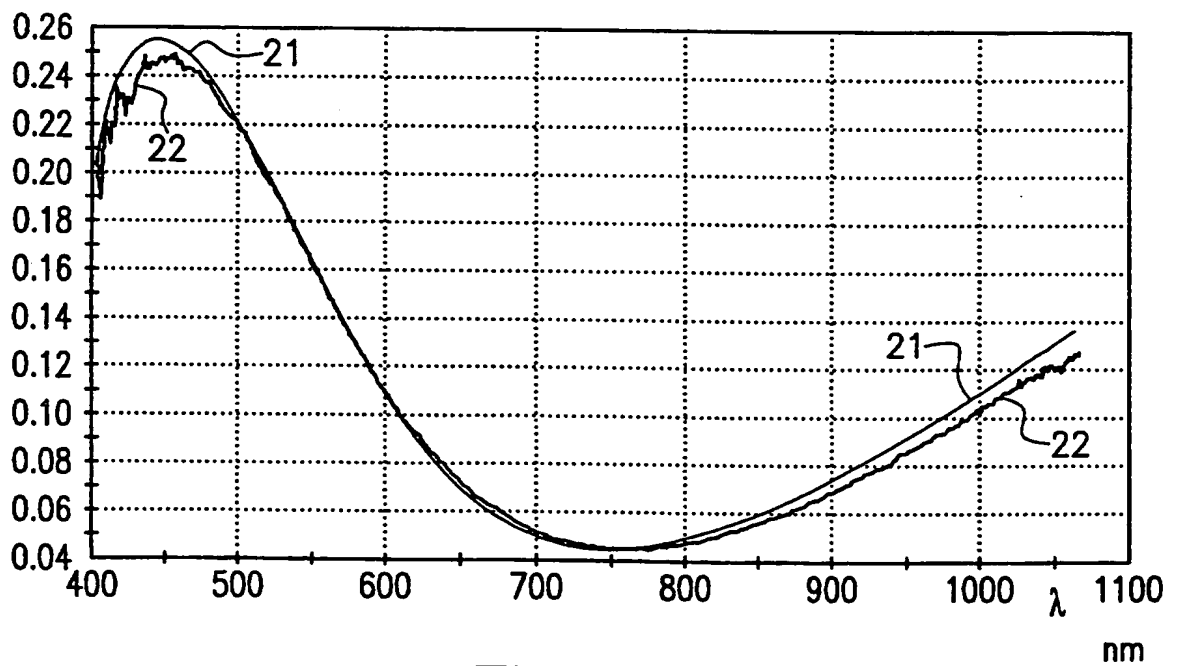


FIG.2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

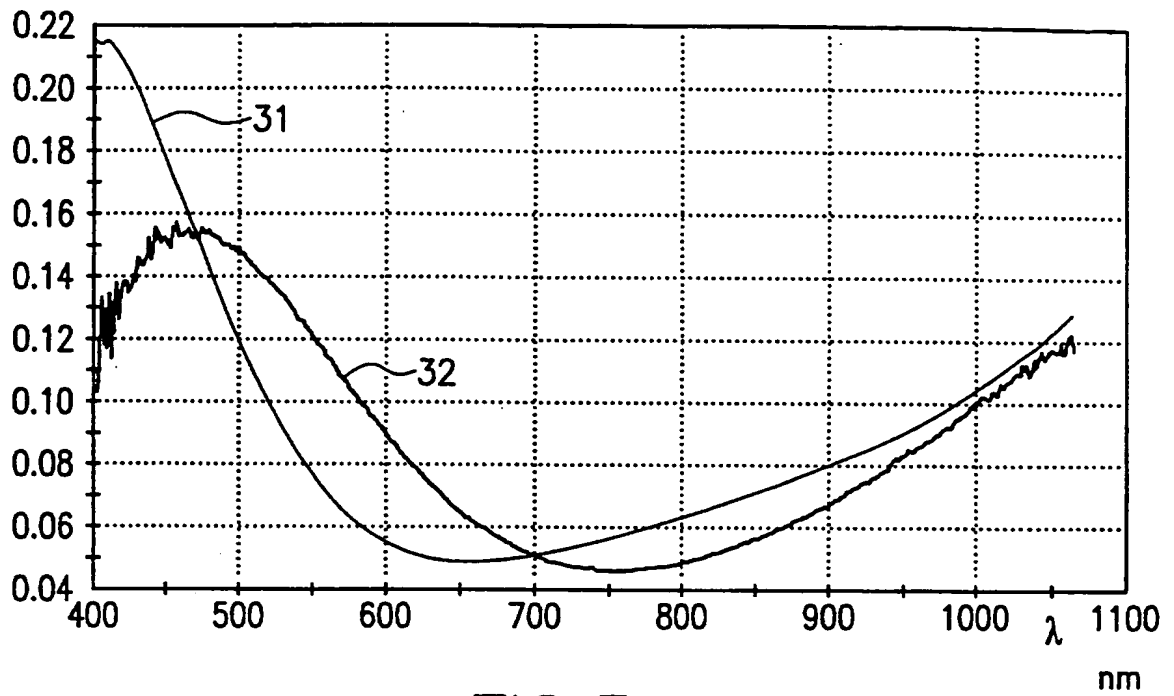


FIG.3

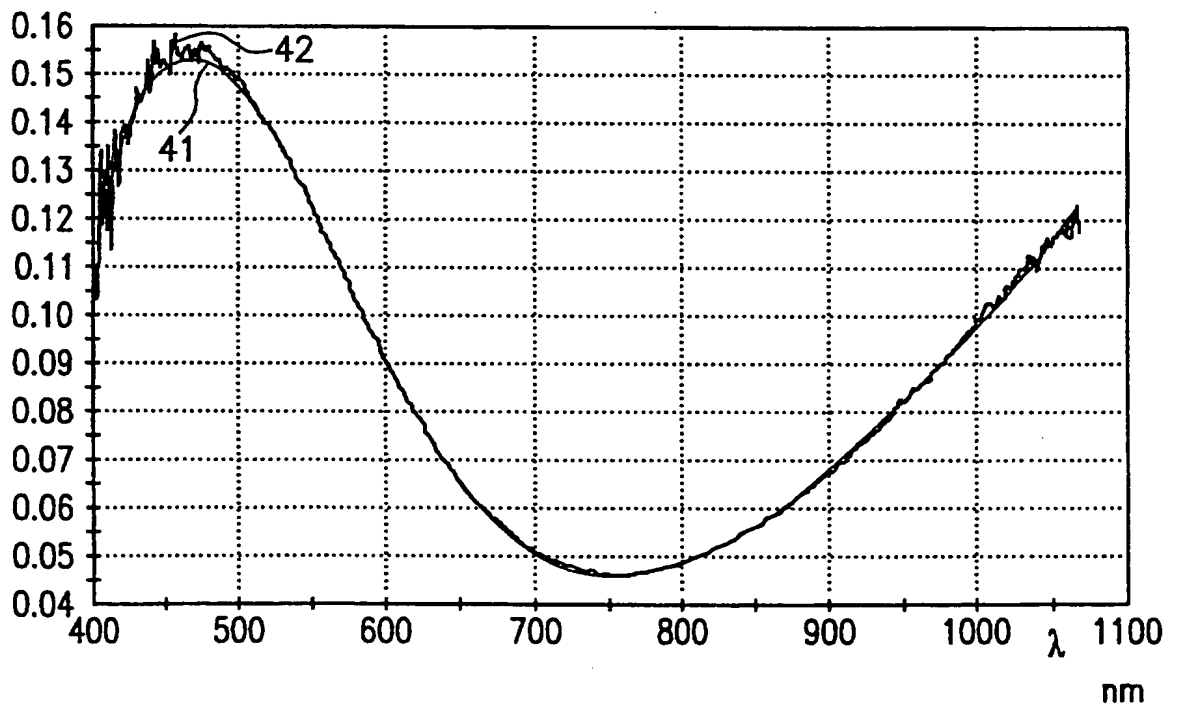


FIG.4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

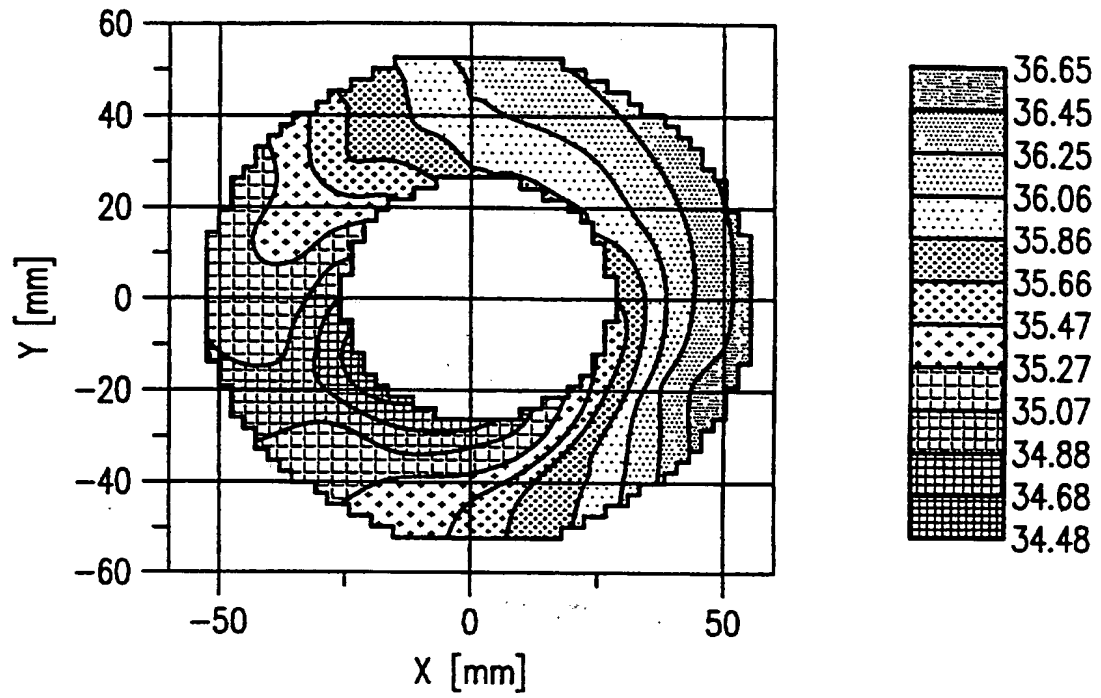


FIG.5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

From the INTERNATIONAL BUREAU

NOTIFICATION OF THE RECORDING
OF A CHANGE(PCT Rule 92bis.1 and
Administrative Instructions, Section 422)

To:

WAGNER, Karl, H.
Wagner & Geyer
Gewürzmühlstrasse 5
80538 München
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 21 December 2000 (21.12.00)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference Az. 2233	
International application No. PCT/EP99/08534	International filing date (day/month/year) 06 November 1999 (06.11.99)

1. The following indications appeared on record concerning:		
<input type="checkbox"/> the applicant	<input type="checkbox"/> the inventor	<input type="checkbox"/> the agent <input type="checkbox"/> the common representative
Name and Address STEAG HAMATECH AG Steag AG Zentralbereich Recht und Patente 45117 Essen GERMANY	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No.	
	Facsimile No.	
	Teleprinter No.	
2. The International Bureau hereby notifies the applicant that the following change has been recorded concerning:		
<input checked="" type="checkbox"/> the person	<input checked="" type="checkbox"/> the name	<input checked="" type="checkbox"/> the address <input type="checkbox"/> the nationality <input type="checkbox"/> the residence
Name and Address WAGNER, Karl, H. Wagner & Geyer Gewürzmühlstrasse 5 80538 München Germany	State of Nationality	State of Residence
	Telephone No. (089) 290 44 50	
	Facsimile No. (089) 223 221	
	Teleprinter No.	
3. Further observations, if necessary: Please note the above-mentioned appointment of the agent as mentioned in Box 2.		
4. A copy of this notification has been sent to:		
<input checked="" type="checkbox"/> the receiving Office	<input type="checkbox"/> the designated Offices concerned	
<input type="checkbox"/> the International Searching Authority	<input checked="" type="checkbox"/> the elected Offices concerned	
<input checked="" type="checkbox"/> the International Preliminary Examining Authority	<input checked="" type="checkbox"/> other: STEAG HAMATECH AG	

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer N. Wagner Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents
United States Patent and Trademark
Office
Box PCT
Washington, D.C. 20231
ETATS-UNIS D'AMERIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 06 July 2000 (06.07.00)	
International application No. PCT/EP99/08534	Applicant's or agent's file reference Az. 2233
International filing date (day/month/year) 06 November 1999 (06.11.99)	Priority date (day/month/year) 12 November 1998 (12.11.98)
Applicant HERTLING, Rolf et al	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:
09 June 2000 (09.06.00)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:

2. The election ☒ was
☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

<p>The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland</p> <p>Facsimile No.: (41-22) 740.14.35</p>	<p>Authorized officer Nestor Santesso</p> <p>Telephone No.: (41-22) 338.83.38</p>
--	---

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

PCT

**COMMUNICATION IN CASES FOR WHICH
NO OTHER FORM IS APPLICABLE**

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

STEAG HAMATECH AG
STEAG AG
Zentralbereich Recht und Patente
45117 Essen
ALLEMAGNE

Date of mailing (day/month/year) 17 April 2001 (17.04.01)	
Applicant's or agent's file reference Az. 2233	REPLY DUE see paragraph 1 below
International application No. PCT/EP99/08534	International filing date (day/month/year) 06 November 1999 (06.11.99)
Applicant STEAG HAMATECH AG	

1. ☐ REPLY DUE within _____ months/days from the above date of mailing
- ☐ NO REPLY DUE, however, see below
- ☒ IMPORTANT COMMUNICATION
- ☐ INFORMATION ONLY

2. COMMUNICATION:

Please disregard Form PCT/IB/306 dated 21 December 2000 (21.12.00) concerning the appointment of an agent for above-mentioned international application.

Please note that the address for correspondence as mentioned in the addressee Box is to be considered for all further correspondence.

A copy of this Notification has been sent to the receiving Office (RO/EP), the International Preliminary Examination Authority (IPEA/EP), the elected Offices concerned and the agent, the International Bureau erroneously thought to have taken over representation of this PCT application.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland	Authorized officer N. Wagner
Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales Büro



INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

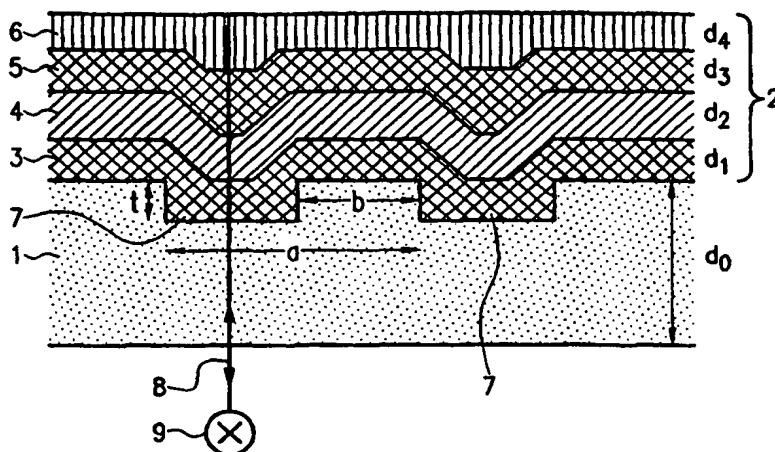
(51) Internationale Patentklassifikation ⁷ : G01B 11/06, 11/22, G11B 7/26, H01L 21/66, B29D 17/00		A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 00/29808 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 25. Mai 2000 (25.05.00)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP99/08534 (22) Internationales Anmeldedatum: 6. November 1999 (06.11.99) (30) Prioritätsdaten: 198 52 323.8 12. November 1998 (12.11.98) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): STEAG HAMATECH AG [DE/DE]; Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 10, D-75447 Sternenfels (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): HERTLING, Rolf [DE/DE]; Rosfeld 66, D-52074 Aachen (DE). SCHAUDIG, Wolfgang [DE/DE]; Friedrich-Ebert-Strasse 136, D-41236 Mönchengladbach (DE). WINDELN, Wilbert [DE/DE]; Karkener Strasse 24, D-52525 Heinsberg (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, CN, CZ, IL, IN, JP, KR, NO, SG, SK, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i>	

(54) Title: METHOD FOR DETERMINING THE THICKNESS OF A MULTI-THIN-LAYER STRUCTURE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM BESTIMMEN DER DICKE EINER VIELFACH-DÜNNSCHICHTSTRUKTUR

(57) Abstract

According to the inventive method for determining the thickness of at least one layer provided on a substrate, the measurement can be constructed simply and reliably and a reliable measuring result can be obtained by measuring reflection- and/or transmission light intensity values of zero order in dependence on the wavelength and calculating said reflection- and/or transmission light intensity values using an iteration model which is dependent on the individual layer parameters. The layer parameters are altered in order to introduce a consistency between the measured values and the calculated values and the substrates have geometrical structures whose geometrical dimensions are used as further parameters of the iteration model. The inventive method also provides a means of determining the geometry of structures in the substrate, for example the depth, width and the repetition interval of grooves in a blank for geometrical storage media, such as CDs.



(57) Zusammenfassung

Bei einem Verfahren zum Bestimmen der Dicke wenigstens einer auf einem Substrat vorgesehenen Schicht ergibt sich ein einfacher und zuverlässiger Meßaufbau und ein zuverlässiges Meßergebnis, wenn Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte nullter Ordnung in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemessen und die Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte unter Verwendung eines Iterationsmodells, das von den einzelnen Schichtparametern zur Herbeiführung einer Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Werten geändert werden, und wobei die Substrate geometrische Strukturen aufweisen, deren geometrische Abmessungen als weitere Parameter des Iterationsmodells verwendet werden. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ist es auch möglich, die Geometrie von Strukturen im Substrat, beispielsweise die Tiefe, Breite und den Wiederholungsabstand von Grooves in einem Rohling für geometrische Speichermedien, wie CDs, zu bestimmen.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidsschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

VERFAHREN ZUM BESTIMMEN DER DICKE EINER VIELFACH-DÜNN SCHICHTSTRUKTUR

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Bestimmen der
5 Dicke wenigstens einer auf einem Substrat vorgesehenen
Schicht.

Beim Aufbringen von Schichten auf ein Substrat ist es er-
forderlich, daß eine bestimmte Schichtdicke geschaffen
10 bzw. eingehalten werden muß. Dies gilt insbesondere bei
der Herstellung von Speichermedien, insbesondere opti-
schen Datenspeichern wie CD's, CD-R's, DVD's, CD-RW's,
DVD-RW's, MO's und weiteren Datenspeichern, bei denen
verschiedene Schichten, wie Informationsträger-, Schutz-
15 /oder Reflexions-Schichten aufgebracht sind. Zur Messung
der Schichtdicken für die Qualitätskontrolle und während
des Fertigungsverfahrens sind verschiedene Schichtdicken-
Meßverfahren bekannt, die jedoch nur auf nichtgegroovten
Substraten eingesetzt werden können. Zur Bestimmung der
20 Groovegeometrie werden Reflexion und/oder Transmission
für verschiedene Beugungsordnungen gemessen. Derartige
Meßverfahren mit höheren Beugungsordnungen des Lichts be-
dürfen jedoch aufwendiger Meßeinrichtungen und Justie-
rungsmaßnahmen. Es ist nicht oder nur mit geringer Genau-
25 igkeit möglich, die Schichtdicken zu messen, wenn das
Substrat selbst Strukturen, beispielsweise Gräben, auf-
weist, die beispielsweise bei optischen Speichermedien
als Grooves bezeichnet werden und für das Schreiben, Le-
sen und/oder Löschen von Daten erforderlich sind.

30

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Ver-
fahren zu schaffen, das einen einfachen und zuverlässigen
Meßaufbau gestartet, sichere Meßwerte insbesondere auch

während des Schichtaufbringverfahrens zu dessen Steuerung und Regelung liefert und auch bei Substraten mit darin enthaltenen oder auf deren Oberfläche ausgebildeten Strukturen zuverlässige Meßwerte liefert, sowie die Bestimmung der Struktur-Geometrie ermöglicht.

Die gestellte Aufgabe wird bei einem Verfahren zum Bestimmen der Dicke wenigstens einer auf einem Substrat vorgesehenen Schicht gelöst durch Messen von Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werten nullter Beugungsordnung in Abhängigkeit von der Wellenlänge und durch Berechnen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte unter Verwendung eines Iterationsmodells, das von den einzelnen Schichtparametern abhängt, wobei die Schichtparameter zur Herbeiführung einer Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Werten geändert werden, und wobei die Substrate geometrische Strukturen aufweisen, deren geometrische Abmessungen als weitere Parameter des Iterationsmodells verwendet werden.

Durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen ist im Gegensatz zu den herkömmlichen Meßverfahren eine korrekte Bestimmung der Schichtdicken auch von Substraten mit Strukturen möglich, wie dies beispielsweise bei CD-Rohlingen mit Grooves der Fall ist, auf denen unterschiedliche Schichten mit jeweils vorgegebenen Schichtdicken aufgebracht werden müssen, um optische Datenspeicher herzustellen. Darüber hinaus ist das Verfahren und insbesondere die dafür vorgesehene Meßeinrichtung sehr einfach, weil bei dem erfindungsgemäßen Verfahren die Reflexions-/Transmissions-Lichtintensitätswerte lediglich der nullten Beugungsordnung gemessen werden müssen. Dies ermöglicht eine sehr einfache Meßanordnung, die insbesondere auch im Herstel-

lungsprozess beispielsweise von optischen Datenträgern einsetzbar ist. Darüber hinaus ist der Justieraufwand bei dem erfindungsgemäßen Verfahren, bei dem nur Lichtwerte nullter Beugungsordnung gemessen werden, wesentlich geringer als bei herkömmlichen Verfahren. Mit einem einzigen Meßgerät können daher die verschiedensten Meßvorgänge durchgeführt werden, wie dies nachfolgend noch im einzelnen erläutert werden wird.

- 10 Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren sind insbesondere auch Probenpräparationen nicht mehr erforderlich, da die Dickenbestimmung von Schichten sicher und zuverlässig durchgeführt werden kann, die auf Substraten mit Strukturen aufgebracht sind oder werden. Das Verfahren ist daher
- 15 insbesondere auch während des Herstellungsverfahrens einsetzbar, also inline-tauglich, da Dickenmessungen und Kontrollen direkt an den produzierten Produkten, wie optischen Datenspeichern, möglich ist.
- 20 Gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren werden also die Transmissions-Lichtintensitätswerte in Reflexion und/oder Transmission spektral, also in Abhängigkeit von der Wellenlänge gemessen. Diese Meßwerte werden dann durch optische Berechnungen ausgewertet. Die Vorgehensweise ist dabei, die Reflexions- und/oder Transmissions-
- 25 Lichtintensitätswerte aus optischen Modellen für ein Schichtsystem zu berechnen und in jedem Rechenschritt die Schichtdicken und/oder die spektralen Materialparameter, beispielsweise die Brechungsindizes (n) und/oder die Absorptionsindizes (k), solange zu variieren, bis die minimale Abweichung zwischen Messung und Rechnung erreicht ist. Dadurch ist also eine Schichtdickenkontrolle, und damit eine Überwachung der optischen Eigenschaften eines
- 30

Schichtsystems auf einem Substrat mit Strukturen, beispielsweise bei CD's mit Grooves, möglich.

5 Gemäß aller bevorzugten Ausführungsformen der Erfindung
werden Interferenzen die durch die geometrischen Strukturen entstehen, als weitere Parameter verwendet. Das erfindungsgemäße Verfahren gemäß dieser Ausführungsform beruht auf der Berechnung phasenrichtiger Überlagerung elektromagnetischer Teilwellen an den Strukturen, beispielsweise den Grooves des Substrats oder Rohlings, und damit auf den Interferenzen dieser Teilwellen. Durch Variation der Parameter werden dabei die Breite und Tiefe der Strukturen, beispielsweise der Rillen oder Grooves mit in das Meßverfahren einbezogen. Eine optische Übereinstimmung zwischen den Messungen und der Rechnung ergibt sich nur dann, wenn die Strukturparameter, die Breite, die Tiefe und/oder die Abstände der Strukturen oder Rillen voneinander mit denen der Rillen auf der gemessenen Probe übereinstimmen.

20 Durch die spektrale Abhängigkeit der Änderungen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte auf Grund der Strukturen bzw. Rillen oder Grooves im Vergleich zu den Lichtintensitätswerten ohne Strukturen ist bereits in den Lichtintensitätswerten nullter Beugungsordnung die Information über die Strukturparameter, beispielsweise über die Breite, Tiefe und den Abstand der Rillen oder Grooves enthalten.

30 Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung werden die geometrischen Abmessungen der Strukturen, also beispielsweise die Tiefen, Breiten und/oder Abstände von Rillen oder Grooves, bestimmt. Diese geometri-

schen Abmessungen lassen sich vorzugsweise gleichzeitig mit der Bestimmung der Schichtdicken ermitteln. Auf diese Weise ist es beispielsweise bei der Fertigung von optischen Speichermedien möglich, die Qualität des Abformvorgangs zu kontrollieren und zu steuern. Für den Spezialfall, daß auf dem Substrat keine Schichten aufgebracht sind, die Schichtdicken also null sind, ergeben sich die Meßwerte für die geometrischen Abmessungen der Strukturen, wobei es dabei möglich ist, über die gesamte Substratfläche hinweg orts aufgelöste Messungen dieser geometrischen Strukturen vorzunehmen, um damit Produktionsfehler beim Fertigen der Substrate, beispielsweise beim Spritzgießen von CD-Substraten, schnell zu erkennen.

Eine weitere sehr vorteilhafte Ausführungsform der Erfindung besteht darin, daß die ermittelten Daten der Schichtdicke (n) und/oder geometrischen Strukturen zur Regelung von Fertigungsverfahren zum Aufbringen von wenigstens einer Schicht auf ein Substrat und/oder zum Ausbilden von Substratstrukturen herangezogen wird. Da bei dem erfindungsgemäßen Verfahren lediglich die Lichtintensitäten der nullten Beugungsordnung gemessen zu werden brauchen, und daher sowohl der Meßapparate- als auch der Justieraufwand gering sind, und mit einer einzigen Meßvorrichtung wahlweise die verschiedensten Messungen, beispielsweise Schichtdicken-Messungen alleine oder in Verbindung mit den geometrischen Abmessungen der Substratstrukturen, oder die geometrischen Abmessungen der Substratstrukturen allein vorgenommen werden können, ist das erfindungsgemäße Verfahren in besonderem Maße inline-tauglich. Dies bedeutet, daß während der Fertigung der optischen Datenspeicher, beispielsweise bei der Herstellung der Substrate, beim Ausbilden von Substratstrukturen

oder beim Beschichten der Substrate mit vorgegebenen Schichtdicken das erfindungsgemäße Verfahren unmittelbar einsetzbar ist und zur Regelung und Steuerung des Fertigungsverfahrens herangezogen werden kann. Dabei dienen
5 die mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelten Daten für die Schichtdicken und/oder die Substratstruktur zur Neubestimmung der Werte für Stellgrößen der Produktionsanlage. Der Produktionsablauf kann auf diese Weise automatisch eingestellt, kontrolliert und geregelt werden.

10

Im Falle der Fertigung von optischen Datenspeichern wie CD's werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren direkt an den produzierten Produkten also dazu eingesetzt, die Ist-Größen zu bestimmen. Diese Ist-Größen werden dann unmittelbar dafür benutzt, neue Stellgrößen wie zum Beispiel
15 die Sputterzeiten, die Sputterraten aber auch Drücke, Temperaturen und Gasflüsse während des Produktionsverfahrens der Produktionsanlage bereit zu stellen. Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, Zielwerte in den
20 Produktionsablauf einzugeben, die dann über die geschlossene Regelschleife erreicht werden. Da im Falle der Fertigung von optischen Datenspeichern neben den Schichtdicken auch die Groove-Geometrien mit dem erfindungsgemäßen Verfahren ermittelt werden, läßt sich auf diese Weise
25 auch die Qualität der Substrate oder Rohlinge mit den geometrischen Strukturen, also die Qualität des Abformvorgangs, kontrollieren.

30

Ein Sonderfall des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, wenn die Substrate keine geometrische Struktur aufweisen also nur die Schichtdicken gemessen und/oder geregelt werden.

Vorzugsweise sind die Substrate Rohlinge für Datenspeichermedien, beispielsweise CD's, wobei die geometrischen Strukturen als Rillen oder Grooves im Rohling ausgebildet sind, und auf diesen Rohlingen wenigstens eine informationstragende Schicht aufgebracht wird. Dabei ist die informationstragende Schicht vorzugsweise eine Metallegierung, die durch Energie-Einwirkung eines Lichtstrahls zwischen 2 Phasen veränderbar ist. Die informationstragende Schicht ist dabei vorzugsweise zwischen zwei Puffer-Schichten ausgebildet.

Die Erfindung wird nachstehend an Hand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren erläutert. Es zeigen:

15

Fig. 1 eine schematische Darstellung eines optischen Datenspeichers, bei dem das erfindungsgemäße Verfahren angewandt wird,

20

Fig. 2 bis 4 Diagramme bei denen über die Wellenlänge die Reflexions-Lichtintensitätswerte aufgetragen sind; und

25

Fig. 5 ein Ausführungsbeispiel zur Ermittlung der orts aufgelösten Abmessungen der Substratstrukturen.

30

Figur 1 zeigt den Aufbau einer lesbaren, löschbaren und wieder beschreibbaren CD, auch unter der Bezeichnung CD-RW bekannt. Auf einem Substrat 1 aus Polycarbonat mit der Dicke d_0 sind in dieser Reihenfolge durch Kathodenzerstäubung folgende Schichten eines Schichtsystems 2 aufgebracht:

eine erste Buffer-Schicht 3 aus dielektrischem Material und eine Schichtdicke d_1 aufweist, die vorzugsweise aus einer Metalloxid-Verbindung besteht;
eine informationstragende Schicht 4, mit der Schichtdicke
5 d_2 , die aus einer Metallegierung besteht und durch Energieeinwirkung eines Laserstrahls zwischen zwei Phasen wechseln kann und daher auch als Fast-Change-Schicht bezeichnet wird; eine zweite Buffer-Schicht 5 mit der Schichtdicke d_3 , die ebenfalls dielektrisch ist und vorzugsweise aus einer Metalloxid-Verbindung besteht, sowie
10 einer vierten Schicht 6 mit einer Schichtdicke d_4 , die aus einem Metall oder einer Metallegierung besteht und die zum Schreiben benötigte Energie des Laserstrahls ableitet. Die beiden Buffer-Schichten 3 und 5 schließen die
15 informationstragende Schicht 4 zu deren Schutz ein und stellen darüber hinaus die optischen Eigenschaften der CD-RW in Bezug auf Intensitäts- und Phasendifferenz des Reflexionsvermögens zwischen dem beschriebenen und unbeschriebenen Zustand optimal ein. Die Schichtdicken der
20 Schichten 3 bis 6 weisen bei diesem Ausführungsbeispiel die Werte $d_1 = 96,0$ nm, $d_2 = 20$ bis 25 nm, $d_3 = 24,0$ nm und $d_4 = 100$ bis 130 nm auf.

Im Substrat 1 sind sogenannte Grooves 7 ausgebildet, wobei beim dargestellten Ausführungsbeispiel beispielsweise deren Tiefe $t = 40$ nm, deren Breite $b = 570$ nm und deren periodische Abstände a zueinander $= 1600$ nm betragen.

Die Qualität derartiger Speichermedien hängt wesentlich
30 von der Wahl und der Einhaltung der richtigen Schichtdicken im Schichtsystem 2 auf dem Substrat 1 ab. Daher ist es erforderlich, für die Qualitätskontrolle und/oder während des Beschichtungsvorgangs im Inline-Verfahren die

Dicken der einzelnen Schichten 3 bis 6 jeweils möglichst genau zu bestimmen. Dies wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren erreicht, wobei ein Lichtstrahl 8 einer Lichtquelle 9 senkrecht von der den aufgetragenen Schichten abgewandten Seite des Substrats 1 auf das Substrat 1 gerichtet wird. Während des Meßverfahrens wird die Wellenlänge des auf das Substrat gerichteten Lichtstrahls 8 in einen Wellenlängenbereich von etwa 400 bis 1100 nm geändert.

Figur 2 zeigt ein Diagramm, bei dem das Reflexionsvermögen eines Schichtaufbaus, wie es beispielsweise in Figur 1 dargestellt ist, in Abhängigkeit von der Wellenlänge des eingestrahlteten Lichtes dargestellt ist. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist das Substrat 1 planar, d. h. es weist keine Grooves auf, wie dies in Figur 1 dargestellt ist. Die Kurve 21 stellt das berechnete Reflexionsvermögen und die Kurve 22 das gemessene Reflexionsvermögen dar. Das Reflexionsvermögen wird aus zunächst vorgegebenen optischen Modellen für ein Schichtsystem berechnet. Danach werden mit jedem Rechenschritt die Schichtdicken und/oder die spektralen Materialparameter - beispielsweise der Brechungsindex n oder der Absorptionsindex k im Falle einer Transmissionsmessung - solange variiert, bis eine minimale Abweichung zwischen Messung und Rechnung erreicht ist, wie sich dies aus Figur 2 ergibt. Aus diesem Verfahren ergeben sich dabei die Dicken der Schichten 3 bis 6 mit $d_1 = 96,0$ nm, $d_2 = 20,1$ nm, $d_3 = 24,0$ nm und $d_4 = 130,0$ nm.

Wird dieses zuvor beschriebene Verfahren auf Schichtsysteme 3 angewandt, die sich auf Substraten 1 mit Grooves oder Rillen 7 aufgebracht sind oder werden, so führt dies

zu falschen, inakzeptablen Ergebnissen, wie dies Figur 3 zeigt. Es ist nicht mehr möglich, eine ausreichende Übereinstimmung zwischen berechneten Reflexionswerte und der Kurve 32 für die gemessenen Reflexionswerte der Kurve 31 zu erreichen.

Um zu befriedigenden Ergebnissen zu kommen und auch bei Schichtsystemen auf Substraten mit Grooves die Schichtdicken zuverlässig messen zu können, werden erfindungsgemäß weiterhin die Lichtverluste in senkrechter Inzidenz auf die Probe berücksichtigt, wobei diese Lichtverluste durch die Grooves des Substrats entstehen. Gemäß der Erfindung wird dabei vorzugsweise die phasenrichtige Überlagerung elektromagnetischer Teilwellen an den Grooves und damit deren Interferenz berechnet. Dabei werden bei diesem Ausführungsbeispiel in die Variationen der Parameter auch die Breite b und die Tiefe t der Grooves 7 mit einbezogen.

Die in Figur 4 ersichtliche Übereinstimmung der berechneten Reflexionskurve 41 mit der gemessenen Reflexionskurve 42, das heißt also die Übereinstimmung zwischen Messung und Rechnung, ergibt sich dann, wenn die Breite b und die Tiefe t der Grooves 7 mit der Breite b und der Tiefe t der Grooves auf der gemessenen Probe übereinstimmen.

Bei einem Ausführungsbeispiel werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren bei unbekannter Geometrie der Grooves die Parameter Groovetiefe $t = 40,5 \text{ nm}$, Groovebreite $b = 501,0 \text{ nm}$, sowie die Dicken $d_1 = 95,0 \text{ nm}$, $d_2 = 20,6 \text{ nm}$, $d_3 = 22,9 \text{ nm}$ und $d_4 = 130 \text{ nm}$ der Schichten 3 bis 6 ermittelt.

Bei den zuvor beschriebenen Ausführungsbeispielen eines Schichtsystems 2 für eine CD-RW bestand die Schicht 3 aus ZnSSiox, die Schicht 4 aus AgInSbTe, die Schicht 5 aus ZnSSiox und die Schicht 6 aus ALTi. Diese Schichten befanden sich auf einem aus Polycarbonat bestehenden Substrat oder Rohling 1 mit Grooves 7.

Es ist jedoch auch möglich, die Groove-Geometrie des Substrats zunächst unabhängig von den Schichtdicken zu bestimmen um Kenntnis über die Groove-Geometrie zu haben. Danach wird erst die Schichtdicken-Messung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren vorgenommen. Bei dem in Zusammenhang mit dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel verwendeten Schichtsystem ergeben sich bei einer bekannten Groove-Geometrie mit $t = 41 \text{ nm}$, $b = 485 \text{ nm}$ und $a = 1600 \text{ nm}$ die Schichtdicken $d_1 = 96,5 \text{ nm}$, $d_2 = 17,1 \text{ nm}$, $d_3 = 21,3 \text{ nm}$ und $d_4 = 100 \text{ nm}$ für die Schichten 3 bis 6 in dieser Reihenfolge.

Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel wird zunächst ein Schichtsystem 2, wie es in den beiden Ausführungen zuvor beschrieben wurde, auf ein Substrat ohne Grooves aufgebracht und die Schichtdicken mit den Werten $d_1 = 96,4 \text{ nm}$, $d_2 = 20,1 \text{ nm}$, $d_3 = 24,0 \text{ nm}$ und $d_4 = 130 \text{ nm}$ vorgegeben bzw. gemessen. Danach wird dasselbe Schichtsystem mit den nun bekannten Sputterraten auf ein Substrat mit Grooves 7 aufgebracht und für das erfindungsgemäße Verfahren als freie Parameter die Groove-Geometrie, d. h. die Breite b und die Tiefe t der Groove gewählt. Auf diese Weise ist es möglich, die Groove-Geometrie mit dem erfindungsgemäßen Verfahren zu ermitteln. Bei den genannten Schichtdicken ergibt sich bei einer Übereinstimmung der gemessenen und berechneten Reflexions-Kurve gemäß Figur 4 eine Groo-

vetiefe von $t = 47,2$ nm und eine Groovebreite von $b = 362,4$ nm. Bei dieser Ausführungsform des Verfahrens wird die im Reflexionsvermögen enthaltene spektrale Information über die Groove-Geometrie durch die aufgetragenen Schichten verstärkt.

Gemäß einem weiteren Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Verfahrens ist es auch möglich, die Groove-Geometrie über die Fläche einer gesamten CD hinweg ortsaufgelöst zu bestimmen.

Figur 5 zeigt ein Meßergebnis für die Bestimmung der Groovetiefe t über einen Polycarbonat-Rohling hinweg, der Grooves aufweist. Dabei sind auf dem Rohling keine Schichten aufgebracht. Auf Grund der Unterschiedlichkeit der Groovetiefen t über die Substrat-Fläche hinweg ist es schnell und einfach möglich, Produktionsfehler beim Spritzgießen der Substrate oder Rohlinge festzustellen.

Das erfindungsgemäße Verfahren und ein auf diesem Verfahren beruhendes Meßgerät ist mit großem Vorteil in Produktionsanlagen für optische Speichermedien anwendbar. Die Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitätswerte werden spektral aufgelöst, in der nullten Beugungsordnung gemessen und daraus entweder gleichzeitig die Schichtdicken und die Groove-Geometrie ermittelt oder die Schichtdicken bei bekannter Groove-Geometrie bestimmt. Bei Abweichung der auf diese Weise ermittelten Ist-Größen der Schichtdicken von den Soll-Werten werden die Werte für die Stellgrößen der Produktionsanlage, beispielsweise die Sputterrate und/oder die Sputterzeit neu bestimmt oder eingestellt und an die Produktionsanlage übermittelt.

Die Erfindung wurde zuvor an hand bevorzugter Ausführungsbeispiele erläutert. Dem Fachmann sind jedoch Abwandlungen und Ausgestaltungen möglich, ohne daß dadurch der Erfindungsgedanke verlassen wird. Statt der in zuvor
5 beschriebenen Ausführungsbeispiele verwendeten Reflexions-Messungen ist es auch möglich, das erfindungsgemäße Verfahren im Zusammenhang mit Transmissions-Messungen einzusetzen.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Bestimmen der Dicke wenigstens einer auf einem Substrat vorgesehenen Schicht durch Messen von Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-
5 Werten nullter Beugungsordnung in Abhängigkeit von der Wellenlänge und durch Berechnen der Reflexions- und/oder Transmissions-Lichtintensitäts-Werte unter Verwendung eines Iterationsmodells, das von den einzelnen Schichtparametern abhängt, wobei die Schichtparameter zur Herbeiführung einer Übereinstimmung zwischen den gemessenen und berechneten Werten geändert werden, und wobei die Substrate geometrische Strukturen aufweisen, deren geometrische Abmessungen als weitere Parameter des Iterationsmodells verwendet werden.
10
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß Interferenzen, die durch die geometrischen Strukturen entstehen, als weitere Parameter verwendet werden.
20
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die geometrischen Abmessungen der Strukturen bestimmt werden.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die ermittelten Daten der Schichtdicken (n) und/oder der geometrischen Struktur zur
25 Regelung von Fertigungsverfahren zum Aufbringen von wenigstens einer Schicht auf ein Substrat und/oder zum Ausbilden von Substratstrukturen herangezogen werden.
30

5. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Substrate Rohlinge für Datenspeichermedien sind.
- 5 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß geometrische Strukturen als Rillen im Rohling ausgebildet sind.
7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Schicht eine informationstragende Schicht ist
- 10 8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die informationstragende Schicht eine Metall-Legierung ist, die durch Energie-Einwirkung eines Lichtstrahls zwischen zwei Phasen veränderbar ist.
- 15 9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, daß die informationstragende Schicht zwischen zwei Buffer-Schichten ausgebildet ist.
- 20 10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch die Verwendung bei der Herstellung von optischen Datenspeicher-Medien.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

1/3

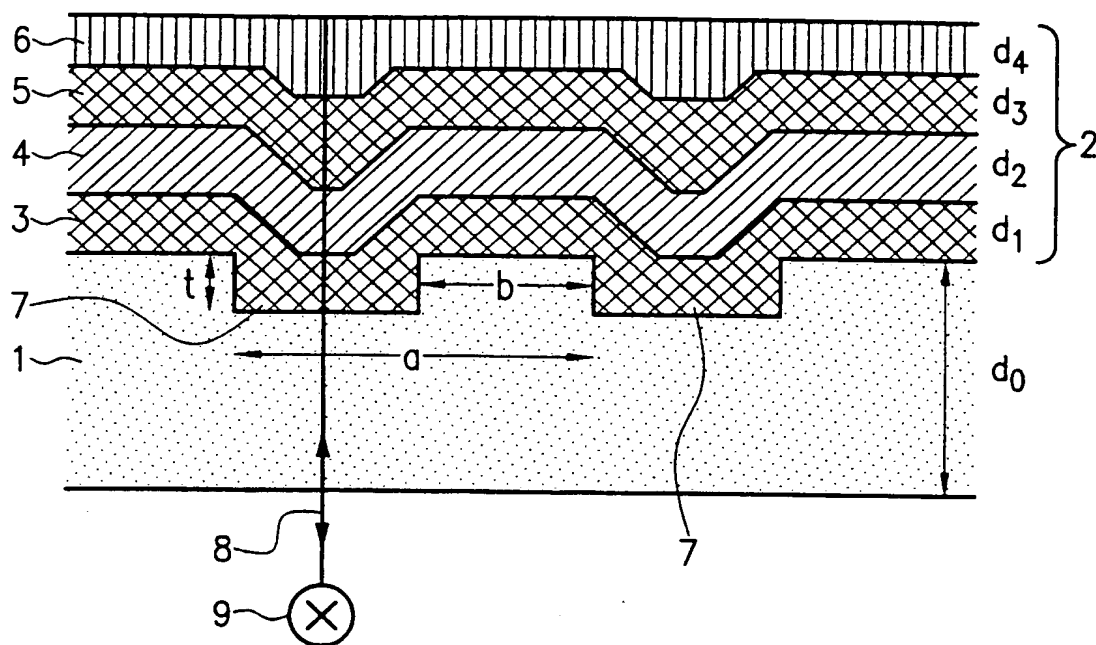


FIG.1

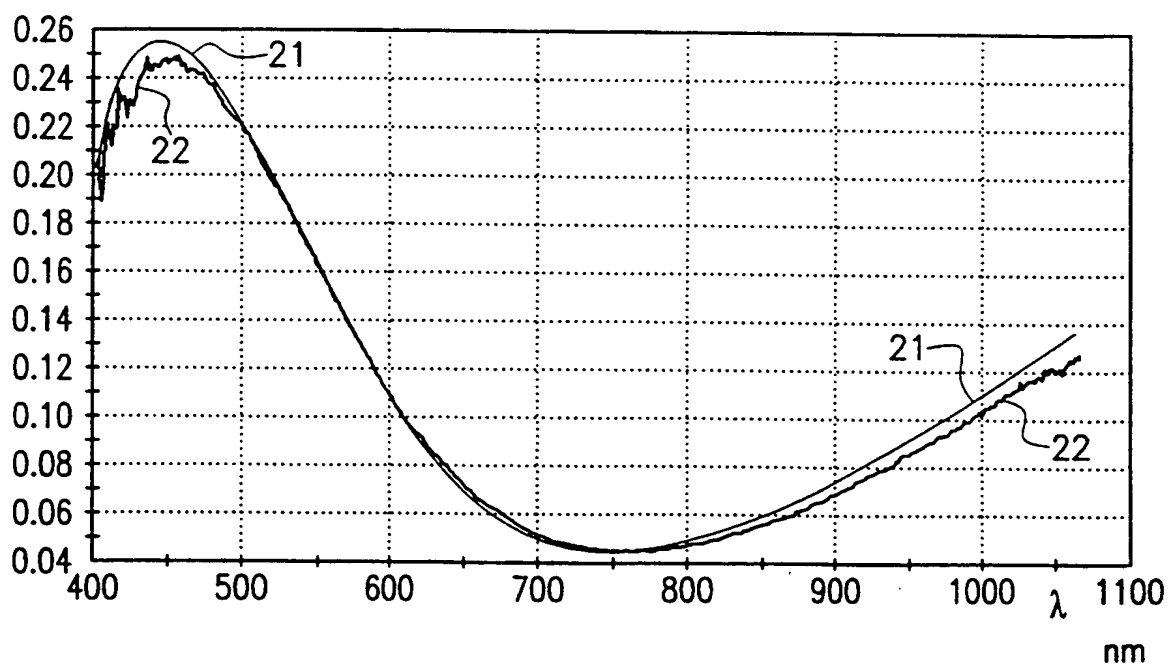


FIG.2

THIS PAGE BLANK (USPTO)

2/3

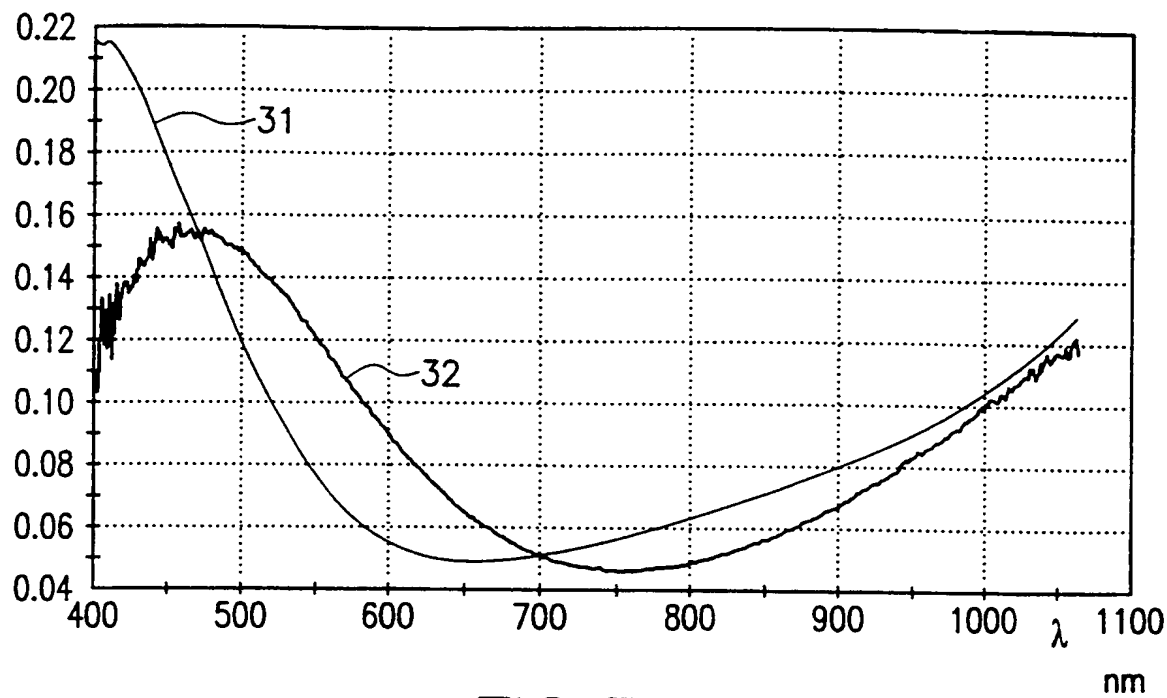


FIG.3

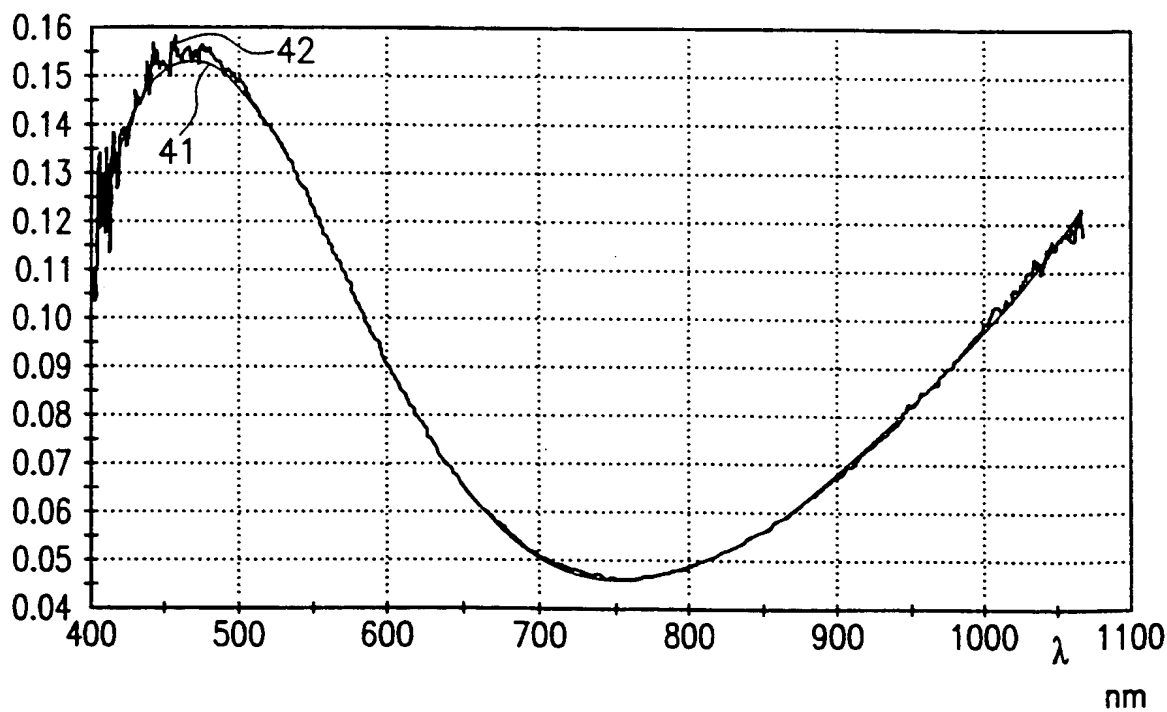


FIG.4

THIS PAGE BLANK (USPTO)

3/3

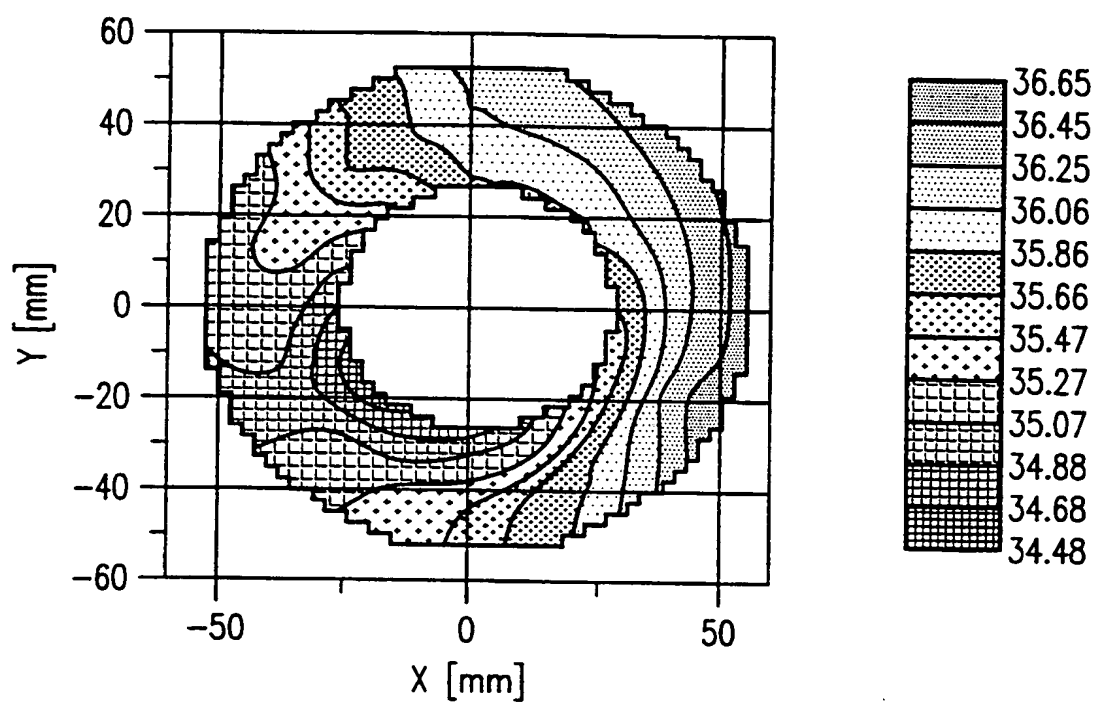


FIG.5

THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/EP 99/08534

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01B11/06 G01B11/22 G11B7/26 H01L21/66 B29D17/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 G01B G11B H01L B29D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 42 28 870 A (INST HALBLEITERPHYSIK GMBH FRA) 3 March 1994 (1994-03-03) the whole document	1-3
A	US 5 835 226 A (KALPATHY-CRAMER JAYASHREE ET AL) 10 November 1998 (1998-11-10)	
A	US 5 587 792 A (NISHIZAWA SEIJI ET AL) 24 December 1996 (1996-12-24)	
P, X	US 5 900 633 A (ROSENTHAL PETER A ET AL) 4 May 1999 (1999-05-04) claim 1	1-3

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

29 February 2000

Date of mailing of the international search report

08/03/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3018

Authorized officer

Arca, G

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP 99/08534

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 4228870	A	03-03-1994	NONE	
US 5835226	A	10-11-1998	NONE	
US 5587792	A	24-12-1996	JP 7004922 A EP 0631106 A US 5523840 A	10-01-1995 28-12-1994 04-06-1996
US 5900633	A	04-05-1999	WO 9931483 A	24-06-1999